

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

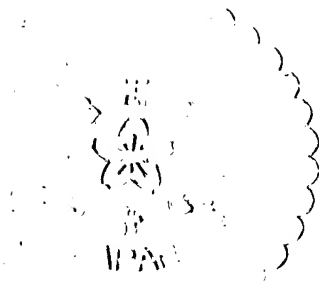
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 1 4 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 7 0 2 5 6
Application Number:

[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 7 0 2 5 6]

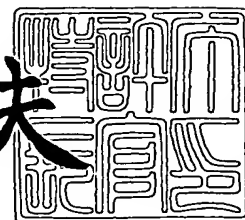
出 願 人 日 立 ビ ア メ カ ニ ク ス 株 式 会 社
Applicant(s):



2 0 0 4 年 2 月 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 0 7 3 9 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 HS366

【提出日】 平成15年 3月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B23K 26/00

【発明の名称】 レーザ加工装置

【請求項の数】 3

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町 5 0 2 番地 株式会社 日立製作所
機械研究所内

【氏名】 森 貞雄

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町 5 0 2 番地 株式会社 日立製作所
機械研究所内

【氏名】 菅原 弘之

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県海老名市上今泉 2 1 0 0 番地 日立ビアメカニ
クス株式会社内

【氏名】 青山 博志

【特許出願人】

【識別番号】 000233332

【氏名又は名称】 日立ビアメカニクス株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078134

【弁理士】

【氏名又は名称】 武 顕次郎

【電話番号】 03-3591-8550

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006770

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レーザ加工装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光分割手段と、偏向手段と、ビーム合成手段と、加工レンズと、を備え、前記光分割手段によりレーザ光を光路が異なる複数の分割光に分割し、前記ビーム合成手段により前記分割光の光路を略同一方向に揃えて 1 個の前記加工レンズに入射させるようにしたレーザ加工装置において、

前記ビーム合成手段が、全反射・透過型のビーム合成手段と偏光型のビーム合成手段とから構成され、

前記全反射・透過型のビーム合成手段により 2 つの前記分割光の光路を略同一方向に揃えた後、前記偏光型のビーム合成手段により前記 2 つの分割光と他の前記分割光の光路とを略同一方向に揃えることを特徴とするレーザ加工装置。

【請求項 2】 2 つの前記分割光をそれぞれ 2 次元偏向手段により偏向させた後、前記全反射・透過型のビーム合成手段により光路を略同一方向に揃えると共に、前記偏光型のビーム合成手段の出射光を 2 次元に偏向させることを特徴とする請求項 1 記載のレーザ加工装置。

【請求項 3】 前記偏光型のビーム合成手段の入射側に配置される 2 次元偏向手段と出射側に配置される 2 次元偏向手段との間にリレー光学系を配置することを特徴とする請求項 2 に記載のレーザ加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明はレーザ光を用いて穴加工や切断を行うレーザ加工装置に係り、特に、レーザ光源から出射されたレーザ光を光路が異なる複数の分割光に分割した後、1 個の加工レンズに入射させてそれぞれ集光し、ワーク上の異なる位置を同時に加工するようにしたレーザ加工装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

例えば、特開平 1 1 - 5 8 0 5 5 号公報には、レーザ光源から出射されたレー

ザ光を光路が異なる複数の分割光に分割し、分割光毎に用意した 2 次元スキャニング光学系と加工レンズにより分割光をそれぞれ集光して、X Y ステージ上に載せたプリント基板の異なる位置に穴を加工している。

【 0 0 0 3 】

この場合、光学的にスキャンできる領域が限られるため、先ず、共通の X Y ステージでプリント基板を位置決めしてある限られた領域を光学スキャニングにより加工し、その後 X Y ステージを移動させて次の領域を加工する、という動作を加工が終了するまで繰り返す。

【 0 0 0 4 】

しかし、この技術では、高価な加工レンズが分割光と同数必要になる。また、スキャンできる領域が限られるため、複数の分割光により同時に穴明けできるように加工領域を割り振る必要がある。しかも、加工パターンによっては加工領域の割り振りが困難である。

【 0 0 0 5 】

そこで、特許文献 1 や特許文献 2 では、2 つのスキャニング光学系を 1 つの加工レンズに対応させて加工速度を向上させている。この場合、加工領域の割り振りが不要になるので、作業性を向上させることができた。

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】

特開平 1 1 - 3 1 4 1 8 8 号公報

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 2 】

特開 2 0 0 0 - 1 9 0 0 8 7 号公報

【 0 0 0 8 】

【 発明が解決しようとする課題 】

しかし、2 つの光学的スキャニング手段を加工レンズに対して最適位置に置くことができないため、加工ビームがプリント基板の表面に対して垂直からかなりずれた角度で入射し、加工された穴の軸線が傾くという問題がある。さらに、3 つ以上のビームを一つの加工レンズに入射させ、加工速度をより一層向上させる

と共に装置の低価格化を図る方法については言及されていない。

【0009】

本発明の目的は、上記従来技術における課題を解決し、1個の加工レンズに3つ以上の分割光を入射させることにより、高速加工が可能で、かつ、加工品質（加工穴の形状、大きさ、精度及び真直度）に優れるレーザ加工装置を提供するにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するため、本発明は、光分割手段と、偏向手段と、ビーム合成手段と、加工レンズと、を備え、前記光分割手段によりレーザ光を光路が異なる複数の分割光に分割し、前記ビーム合成手段により前記分割光の光路を略同一方向に揃えて1個の前記加工レンズに入射させるようにしたレーザ加工装置において、前記ビーム合成手段を、全反射・透過型のビーム合成手段と偏光型のビーム合成手段とから構成し、前記全反射・透過型のビーム合成手段により2つの前記分割光の光路を略同一方向に揃えた後、前記偏光型のビーム合成手段により前記2つの分割光と他の前記分割光の光路とを略同一方向に揃える、ことを特徴とする。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を図示の実施形態に基づいて説明する。

【0012】


図1は本発明の実施形態に係るレーザ加工機の構成図、図2は本発明の実施形態に係る全反射・透過型のビーム合成手段の構成図である。

【0013】

始めに、全反射・透過型のビーム合成手段について説明する。なお、この実施形態では、構造が同じ全反射・透過型のビーム合成手段を3個採用している。

【0014】

図2に示すように、全反射・透過型のビーム合成手段31（31a～31c）は、三角プリズム81と三角プリズム82とから構成されている。三角プリズム



81と三角プリズム82は、一定の距離を隔てて斜面83と斜面84が対向するようにして配置されている。光が通過する斜面83、84および面85、86には反射防止コーティングが施されている。

【0015】

同図に示すように、面85から入射し斜面83に対する入射角がプリズムの屈折率で決まる臨界角 θ_0 より大きい入射光L1は斜面83で反射され、反射光L11として図の下方に進む。また、面85から入射し斜面83に対する入射角が臨界角 θ_0 より小さい入射光L2は斜面83、84および面86を透過し、透過光L21として直進する。

【0016】

一方、透過光L21の光路を逆に進み面86から入射する光は三角プリズム81と三角プリズム82を透過して入射光L2の光路を逆に進み、反射光L11の光路を逆に進み面87から入射する光は斜面83で反射されて入射光L1の光路を逆に進む。なお、斜面83、84に施こした反射コーティングにより斜面83、84を透過した光のエネルギーと全反射された光のエネルギーはほぼ同じになる。

【0017】

このように、全反射・透過型のビーム合成手段31は、一方向から入射する光を略直角な二方向に出射させることもできるし、略直角な二方向から入射する光を一方向に出射させることもできる。以下、ビーム合成手段31により、一方向から入射する光を略直角な二方向に出射させる場合を「選別型で使用する」といい、略直角な二方向から入射する光を一方向に出射させる場合を「合成型で使用する」という。

【0018】

次に、図1により、本発明に係るレーザ加工機の構成要素について説明する。

【0019】

レーザ発振器1の光路上には、1/2波長板2と、音響光学偏向器（以下、「AOM」と言う。）3、4と、1/2波長板61と、ビーム合成手段31a、31bと、加工光学系6、8と、が配置されている。

【0020】



レーザ発振器 1 は偏光面（電界ベクトルの振動方向）が紙面と平行な直線偏光をパルス発振する。1/2 波長板 2, 61 は、入射したレーザ光の偏光面を 90 度回転させ、出射するレーザ光の偏光面をそれぞれ紙面に対して垂直、平行にする。

【0021】

AOM3 は、オンの場合、紙面に垂直な偏光面をもつ入射ビームを紙面内で微小な角度上方向に偏向させ、オフの場合、入射ビームを透過させる。AOM4 は、オンの場合、紙面に垂直な偏光面をもつ入射ビームを紙面内で微小な角度下方向に偏向させ、オフの場合、入射ビームを透過させる。

【0022】

ビーム合成手段 31a は選別型で使用され、AOM3 と AOM4 がオフの場合は入射ビームを透過させてビーム合成手段 31b に導き、AOM3 がオフで AOM4 がオンの場合は入射ビームを反射し、ミラー 7 を介して後述する加工光学系 8 に導く。

【0023】

ビーム合成手段 31b は選別型で使用され、図示のようにビーム合成手段 31a に対して裏返し的位置関係に設置されている。そして、AOM3 と AOM4 がオフの場合は入射ビームを透過させ、AOM3 がオンで AOM4 がオフの場合は入射ビームを反射し、ミラー 102 を介して入射ビームを加工光学系 6 に導く。

【0024】


次に、加工光学系 6 について説明する。

【0025】

ミラー 102 で反射されるレーザ光の光路上には、開口 11、ビーム分割手段（以下「BS」という）12、BS13、1/2 波長板 62、ミラー 33、ミラー 35、ミラー 34、レンズ 36、ミラー 38、レンズ 37、ダミー素子 39、偏光ビームスプリッタ 32、1/4 波長板 40、ミラー 42、ミラー 41、加工レンズ 45、加工対象 46 が配置されている。

【0026】

BS12 の反射側には、ミラー 15、ミラー 14、レンズ 18、レンズ 19、



ビーム合成手段 31c が配置されている。

【0027】

BS13 の反射側には、ミラー 25、ミラー 24、レンズ 28、ミラー 30、レンズ 29 が配置されている。

【0028】

開口 11 はレーザ光の外径を加工に適した大きさに整形する。BS12 は、入射ビームを 1 : 2 の割合で反射・透過させる。BS13 は、入射ビームを 1 : 1 の割合で反射・透過させる。従って、BS12 の反射光強度と、BS13 の反射光及び透過光の強度は互いに等しい。すなわち、開口 11 を通過したレーザ光は BS12、13 により強度が等しいビームに 3 分割される。以下、BS12 により反射されたレーザ光を「ビーム A」と、BS13 により反射されたレーザ光を「ビーム B」と、BS13 を透過したレーザ光を「ビーム C」と、いう。

【0029】

ビーム A の光路上に配置されたミラー 14 は、モータ 16 により、紙面内横方向を軸として任意の角度回転可能である。また、ミラー 15 は、モータ 17 により、紙面内縦方向を軸として任意の角度回転可能である。ミラー 14、15 およびモータ 16、17 により、2次元偏向手段 51 を構成している。

【0030】

レンズ 18 とレンズ 19 の焦点距離は同じであり、焦点距離の 2 倍隔てて設置され、リレー光学系 53 を構成している。リレー光学系 53 は、レンズ 18 の外側の焦点がミラー 14 とミラー 15 を結ぶ光路の略中心に、レンズ 19 の外側の焦点がミラー 41 とミラー 42 を結ぶ光路の略中心に、それぞれ一致するように位置決めされている。この結果、2次元偏向手段 51 はリレー光学系 53 によって 2次元偏向手段 56 の位置（加工レンズ 45 の前焦点の位置付近）に結像される。

【0031】

ビーム合成手段 31c は、合成型で使用され、図の左方から入射するビーム A を透過させ、図の下方から入射するビーム B を図の右方に反射するように位置決めされている。

【0032】

ビーム B の光路上に配置されたミラー 25 は、モータ 27 により、紙面内縦方向を軸として任意の角度回転可能であり、ミラー 24 は、モータ 26 により、紙面内横方向を軸として任意の角度回転可能である。ミラー 25、24 およびモータ 26、27 により、2 次元偏向手段 52 を構成している。

【0033】

レンズ 28 とレンズ 29 の焦点距離は同じであり、焦点距離の 2 倍隔てて設置され、リレー光学系 54 を構成している。リレー光学系 54 は、レンズ 28 の外側の焦点がミラー 24 とミラー 25 を結ぶ光路の略中心に、レンズ 29 の外側の焦点がミラー 41 とミラー 42 を結ぶ光路の略中心に、それぞれ一致するように位置決めされている。この結果、2 次元偏向手段 52 はリレー光学系 54 によって 2 次元偏向手段 56 の位置（すなわち加工レンズ 45 の前焦点の位置付近）に結像される。

【0034】

ビーム C の光路上に配置されたレンズ 36 とレンズ 37 の焦点距離は同じであり、ミラー 38 を介して焦点距離の 2 倍隔てて設置され、リレー光学系 55 を構成している。ダミー素子 39 は、ビーム合成手段 31c と同じ材質かつ同一形状に形成されている。なお、リレー光学系 55 とダミー素子 39 は、ビーム C の開口 11 から後述する加工レンズ 45 までの光学的な距離をビーム A、B の光学的な距離と等しくすることを主な目的として設置されている。

【0035】

偏光ビームスプリッタ 32 は、図の下方から入射するビーム C（紙面に平行な偏光面を持つレーザ光）は透過させ、図の左方から入射するビーム A、B（紙面と垂直な偏光面を持つレーザ光）は反射する。

【0036】

1/4 波長板 40 は、直線偏光を円偏光に変換する。

【0037】

ミラー 41 は、モータ 43 により、紙面内横方向を軸として任意の角度回転可能であり、ミラー 42 は、モータ 44 により、紙面内縦方向を軸として任意の角

度回転可能である。ミラー 41、42 およびモータ 43、44 により、2 次元偏向手段 56 を構成している。

【0038】

加工対象 46 は、XY ステージ 47 に載置されている。

【0039】

なお、加工光学系 8 は構成要素を図示していないが、加工光学系 6 と同じ構成要素が加工光学系 6 の構成要素と対称に配置されている。

【0040】

次に、光学系 6 の動作を説明する。

【0041】

ビーム A は 2 次元偏向手段 51 により 2 次元的な偏向を受けた後、リレー光学系 53 を介してビーム合成手段 31c に入射し、ビーム合成手段 31c を透過した後、偏光ビームスプリッタ 32 に入射する。

【0042】

また、ビーム B は、2 次元偏向手段 52 により 2 次元的な偏向を受けた後、リレー光学系 54 を介してビーム合成手段 31c に入射し、ビーム合成手段 31c により反射された後、偏光ビームスプリッタ 32 に入射する。

【0043】

すなわち、2 次元偏向手段 51 によりビーム A の偏向量を適切に定めると、ビーム A はビーム合成手段 31c を透過し、ミラー 30 の角度および 2 次元偏向手段 52 によりビーム B の偏向量を適切に定めると、ビーム B は全反射される。この結果、ビーム A とビーム B の光路を略同じ方向に合わせる（合成する）ことができる。

【0044】

一方、ビーム C は、1/2 波長板 62、ミラー 33、ミラー 35、ミラー 34、レンズ 36、ミラー 38、レンズ 37、ダミー素子 39 を介して偏光ビームスプリッタ 32 に入射する。

【0045】

ビーム A の振動面は 2 次元偏向手段 51（ミラー 15 とミラー 14）により、

ビーム B の振動面は 2 次元偏向手段 52 (ミラー 25 とミラー 24) により、また、ビーム C の振動面はミラー 35 とミラー 34 により、それぞれ偏向される際に 90 度回転している。したがって、ビーム A とビーム B は偏光ビームスプリッタ 32 により反射され、ビーム C は偏光ビームスプリッタ 32 を透過する。この結果、ビーム A、ビーム B およびビーム C の光路を略同一方向に合わせる (合成する) ことができる。

【0046】

これらのビームを 1/4 波長板 40 で円偏光に変換した後、2 次元偏向手段 56 で偏向し、加工レンズ 45 に入射させるので、加工対象物 46 の所望の 3 箇所を同時に加工することができる。

【0047】

ここで、ビーム合成手段 31c の動作原理から、ビーム A とビーム B の進行方向が一致することはない。一方、ビーム C の進行方向はビーム A またはビーム B の進行方向と一致させることができる。したがって、図 3 に示すように、ビーム A またはビーム B による加工領域 91、92 とビーム C による加工領域 93 が重複するように設定することができる。

【0048】

この実施形態では、2 次元偏向手段 51、52 の像を、リレー光学系 53、54 により、加工レンズ 45 の前焦点付近に結像させるので、ビーム A とビーム B を加工対象 46 に対してほぼ垂直に入射させることができる。したがって、穴の真直度および形状精度を向上させることができる。

【0049】

また、入射角と偏光の違いを利用して分割光を合成するので、分割光のエネルギーロスは発生しない。

【0050】

また、加工レンズ 45 に入射させる光を円偏光としたので、加工対象 46 の加工性が偏光方向に依存する場合でも、加工する穴の真円度を向上させることができる。

【0051】

また、リレー光学系 55 とダミー素子 39 を設けたので、ビーム A、B とビーム C のエネルギーがほぼ等しく、加工品質が均一になる。

【0052】

さらに、AOM 3、4 およびビーム合成手段 31a、31b を設けたので、これらによりレーザ発振器 1 から出力されたレーザ光を時分割して加工光学系 6、8 に割り振ることができる。すなわち、例えば加工対象 46 に穴明けする場合、まず加工光学系 6 で穴明け加工を行うと共に、その間に加工光学系 8 の加工位置決めを行っておく。そして加工光学系 6 の加工終了と同時に、レーザ光を加工光学系 8 に供給して加工を直ちに開始する。そして、加工光学系 8 により加工をしている間に加工光学系 6 の加工位置決めを行う。この動作を交互に繰り返すことにより、分割光の加工位置決め時間を最小限に抑えることができる。

【0053】

なお、この実施形態では、ビーム A による加工領域 91 とビーム C による加工位置 93 が重なるようにしたが、加工パターンによっては、図 4 に示すように、ビーム A とビーム B による加工領域 91、92 とビーム C による加工位置 93 が重ならないように設定することにより、加工速度を早くすることができる。

【0054】

また、ミラー 34、35 を固定としたが、それぞれをモータにより回転可能として 2 次元スキャナを構成すると、図 5 に示すように、ビーム A とビーム B による加工領域 91、92 とビーム C による加工領域 93 を重複するように設定することもできる。このようにすると、重複領域を広くすることができるので、種々の加工パターンに対して高速加工が可能になる。

【0055】

さらに、各ビームによる加工領域の配置は、全反射・透過型ビーム合成手段 31 や偏光ビームスプリッタ 32 の特性および加工パターンによって、種々に組み合わせることができる。

【0056】

また、開口 11 の通過光を BS 12、13 を用いて 3 分割したが、BS 12、13 に代えて回折光学素子（HOE など）を用いることができる。

【0057】

また、1/2波長板2、61、62に代えて、ファラデー素子や水晶旋光子等の旋光子（偏光面を回転させる素子）を用いることができる。

【0058】

なお、加工レンズ45の加工領域内に1個又は2個の穴をあける場合には、例えば、2次元偏向手段51、52のミラーを大きく回転させそれ以降の光学系へ光が供給されないようにすることで対処できる。

【0059】

さらに、本発明によれば、入射角による全反射・透過特性を利用することにより、同じ偏光面を持つ光でもほぼ重ね合わせることができるので、ビームCをさらに2分割し、それぞれを2次的に微小スキャンさせた後、偏光ビームスプリッタ32により、ビームA、ビームBと重ね合わせることにもできる。このようにすると、4ビームをほぼ重ね合わせて加工レンズ45に入射させることができるので、4点を同時に加工することができる。

【0060】**【発明の効果】**

以上説明したように、本発明によれば、3本以上のレーザビームを1つの加工レンズに入射させることができるので、加工能率を向上させることができる。また、リレー光学系によりレーザ光がワークに対して垂直に入射するので、加工精度が向上する。

【図面の簡単な説明】**【図1】**

本発明に係るレーザ加工機の構成図である。

【図2】

本発明に係る全反射・透過型のビーム合成手段の構成図である。

【図3】

本発明に係る加工領域の配置例である。

【図4】

本発明に係る加工領域の他の配置例である。

【図 5】

本発明に係る加工領域のさらに他の配置例である。

【符号の説明】

3 1 c 全反射・透過型のビーム合成手段

3 2 偏光型のビーム合成手段

4 5 加工レンズ

8 1, 8 2 三角プリズム

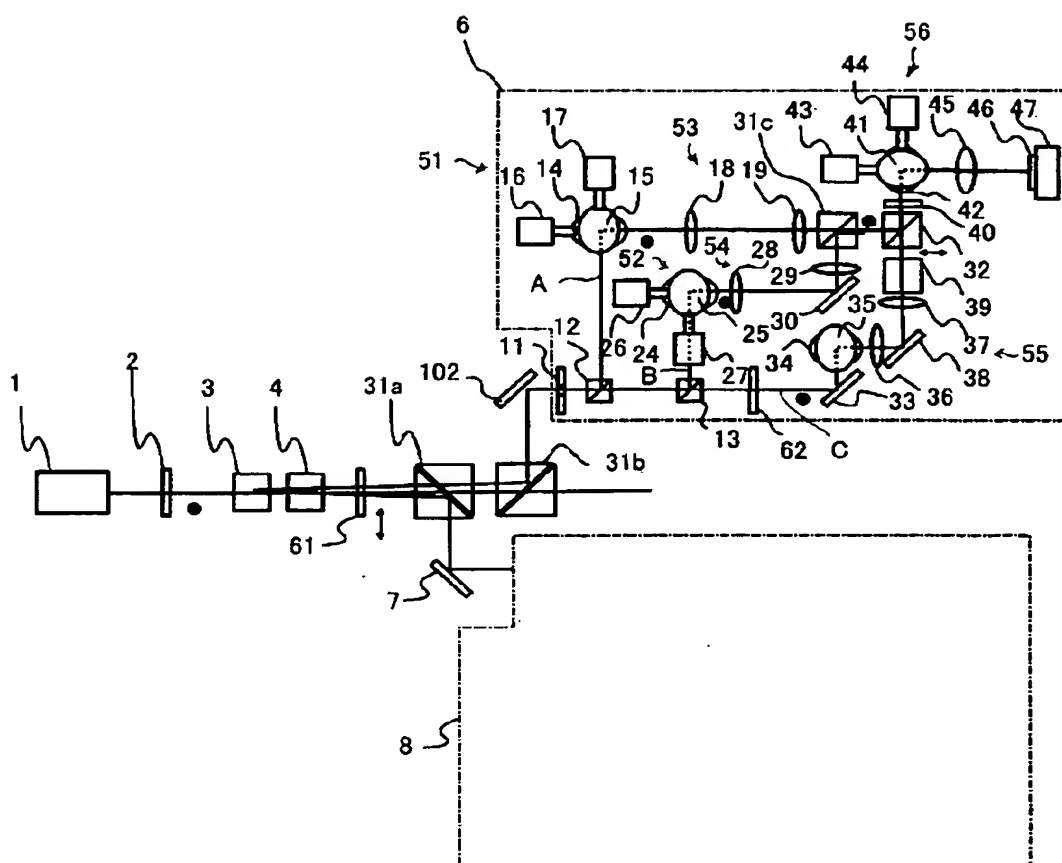
A ビーム (分割光)

B ビーム (分割光)

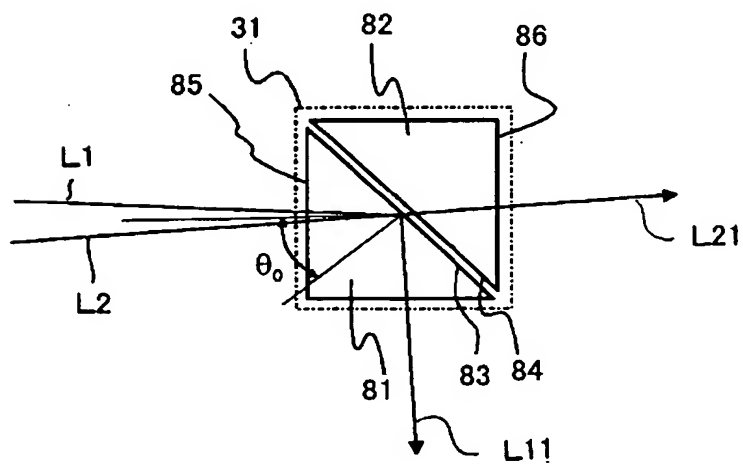
C ビーム (分割光)

【書類名】 図面

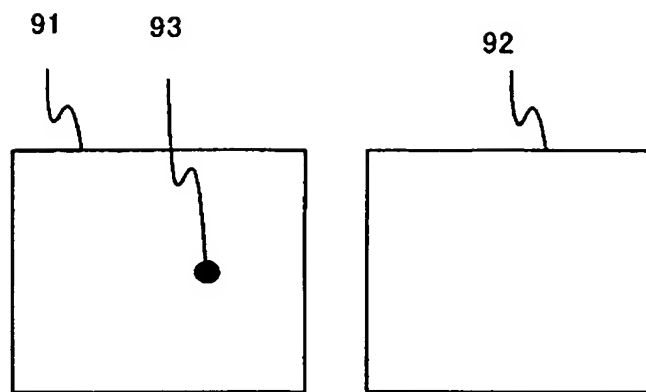
【図 1】



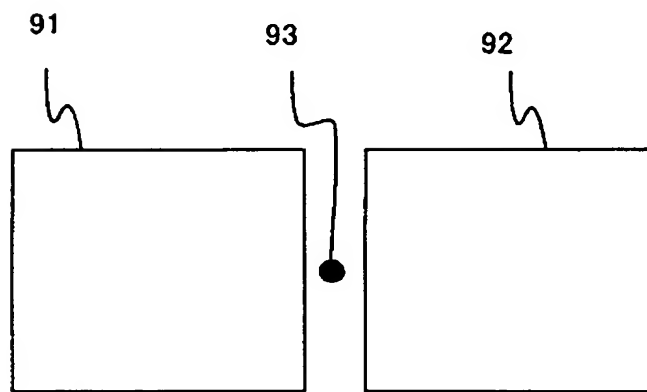
【図 2】



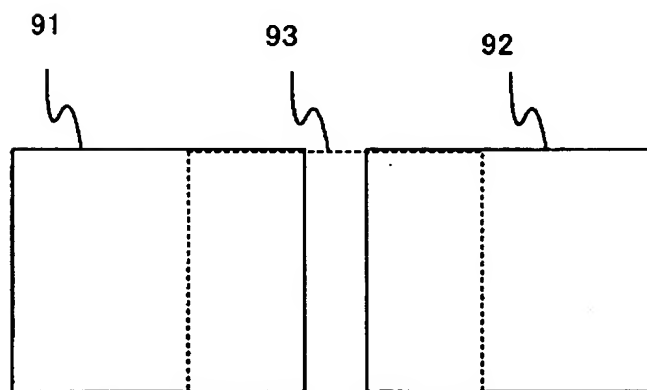
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 1 個の加工レンズに 3 つ以上の分割光を入射させることにより、高速加工が可能で、かつ、加工品質（加工穴の形状、大きさ、精度及び真直度）に優れるレーザ加工装置を提供すること。

【解決手段】 入射角の違いを利用する全反射・透過型のビーム合成手段 3 1 c により、偏光方向が同じビーム A の光路とビーム B の光路とを略同一方向に揃えた後、偏光型のビーム合成手段 3 2 により、ビーム A およびビーム B の光路と、これらと偏光方向が異なるビーム C の光路とを略同一方向に揃えて、加工レンズ 4 5 に入射させる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 7 0 2 5 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 3 3 3 3 2]

1. 変更年月日

1 9 9 9 年 4 月 1 5 日

[変更理由]

名称変更

住 所

神奈川県海老名市上今泉 2 1 0 0

氏 名

日立ビアメカニクス株式会社